

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平4-136620

⑤ Int. Cl.⁵F 23 R 3/34
3/04

識別記号

庁内整理番号

7616-3G
7616-3G

④ 公開 平成4年(1992)5月11日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全8頁)

⑥ 発明の名称 ガスタービン燃焼器

② 特 願 平2-257312

② 出 願 平2(1990)9月28日

⑦ 発 明 者 山 中 矢 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内

⑦ 発 明 者 古 屋 富 明 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内

⑦ 発 明 者 早 田 輝 信 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1 株式会社東芝総合研究
所内

⑧ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑧ 出 願 人 東 京 電 力 株 式 会 社 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

⑨ 代 理 人 弁 理 士 三 好 秀 和 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

ガスタービン燃焼器

2. 特許請求の範囲

ガスタービンへの燃焼ガスを生成する気相燃焼部の基端側に、前記気相燃焼部より上流から送られてくる気体を複数の流れに分割する分割流路構成体を設け、この分割流路構成体に分割流路各別に燃料を供給する燃料供給手段を設け、分割流路構成体の上流端および下流端の少なくとも何れか一方に分割流路を取囲む空間部を形成し、この空間部に連通する冷却空気導入通路と、同じく空間部に連通する分割流路への排出通路とを分割流路構成体に設けたことを特徴とするガスタービン燃焼器。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

この発明はガスタービン燃焼器に係わり、詳しくは環境の汚染源である窒素酸化物(NO_x)

の発生量が少なく、かつ、良好な燃焼効率を有するガスタービン燃焼器に関する。

(従来技術)

近年、石油資源等の枯渇に伴ない、種々の代替エネルギーが要求されているが、同時にエネルギー資源の効率的な使用も要求されている。これらの要求に答えるものの中には、例えば燃料として天然ガスを使用するガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システム、あるいは石炭ガス化ガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムがあり、現在検討されつつある。

これらのガスタービン・スチームタービン複合サイクル発電システムは、化石燃料を使用した従来のスチームタービンによる発電システムに比較して発電効率が高いため、将来生産量の増加が予想される天然ガスや石炭ガス等の燃料を有効に電力に変換できる発電システムとして期待されている。

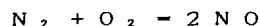
このようなガスタービン発電システムに使用されているガスタービン燃焼器では、従来より燃料

と酸化性気体（一般には空気、以下空気という）との混合ガスをスパークプラグ等を用いて着火して均一な燃焼を行っている。第6図に従来のガスタービン燃焼器の一例を示す。このガスタービン燃焼器においては、燃料ノズル1から噴射された燃料Fがエアダクト3から圧送されてくる燃焼用空気A₁と混合され、スパークプラグ5により着火されて燃焼する。そして、燃焼した気体、すなわち燃焼ガスは、冷却空気A₂及び希釈空気A₃が加えられて、所定のタービン入口温度まで冷却、希釈された後、タービンノズル7からガスタービン内に噴射される。9はスワラーである。

このような従来のガスタービン燃焼器における重大な問題点の一つは、燃料の燃焼時に多量のNO_xが生成して環境汚染等の悪影響を及ぼすことである。

上記したNO_xが生成する理由は、燃料の燃焼時において、低い燃焼温度による失火等燃焼の不安定を避けるため、燃料濃度を高め、燃焼温度を高くしていることによる。NO_xは、通常、燃料

中に窒素成分が存在していない場合には、燃焼用空気中の窒素と酸素が以下に示す式により反応して生成する。



上記反応は、高温になるほど、右側に移行して一酸化窒素（NO）の生成量が増加する。そして、このNOの一部は、さらに酸化されて二酸化窒素（NO₂）を生成する。

第7図は、第6図に例示した従来のガスタービン燃焼器において、前記安定した燃焼を行わせた際の、燃焼器内の流体の流れ方向に沿った温度分布を示すものである。この第7図に示すように、燃焼器内の温度分布は極大値をもち、この極大値（最高温度）が、前記安定した燃焼の際には2000℃にも達するため、この近辺においてNO_xの生成量が急激に増加するものである。

このNO_x生成というガスタービン燃焼器の問題点を解決するために、以下の燃焼方式が検討されている。

(1) 水蒸気あるいは水噴射を行う方式。

(2) 燃焼を2段階に行う2段燃焼方式。

しかしながら、これらの方式には以下のような問題がある。すなわち、(1)の方式は、水蒸気あるいは水を噴射するために燃焼器の熱効率が悪いという問題、(2)の方式は、NO_x生成量を充分低減できるほど燃焼器内の最高温度を低くできないという問題である。

（発明が解決しようとする課題）

このように、従来においては、燃焼器の熱効率を維持するため、あるいは低い燃焼温度による燃焼の不安定さを避けるために燃焼温度を高めざるを得ず、このためNO_xの発生を招くという問題点があった。

本発明は、このような従来の問題点に鑑みなされたもので、局所的な高温箇所の発生抑制によってNO_xの生成が少なく、しかも高い熱効率で安定した気相燃焼を実現できるガスタービン燃焼器を提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

（課題を解決するための手段）

上記課題を解決するため、本発明のガスタービン燃焼器においては、燃焼器上流から送られてくる酸化性気体を複数の流れに分割する分割流路構成体を設け、この分割流路構成体に分割流路各別に燃料を供給する燃料供給手段を設け、分割流路構成体の上流端および下流端の少なくとも何れか一方に分割流路を取囲む空間部を形成し、この空間部に連通する冷却空気導入通路と、同じく空間部に連通する分割流路への排出通路とを分割流路構成体に設けたことを要旨とするものである。

（作用）

この発明のガスタービン燃焼器では、燃焼器上流から流入した空気が分割流路構成体の分割流路に流入して来るが、この分割流路においては、各流路ごとに燃料供給手段から燃料が加えられるもので、この燃料と前記空気とが混合され、気相燃焼部に送出され、ここで気相燃焼する。この燃焼の際、各分割流路出口の後流域では、循環流が形成されて保炎効果をもたらすため、安定した燃焼が行われる。また、分割流路構成体に燃料供給

手段が設けられて、分割流路ごとに燃料を噴出させることから、燃料濃度分布の均一化が容易となり、局部的な高温箇所が発生することなくNOxの生成が少ない安定した気相燃焼を実現できる。

また、燃焼器として成立するには、燃焼性ととともに構成部材の信頼性も必要である。上記構造の燃焼器では、分割流路構成体の空間部に冷却空気導入通路を通して冷却空気が流入し、これによって分割流路構成体の端部が冷却され、その後排出通路を通して分割流路側に流出する。このため、分割流路構成体の特に高温にさらされる端部が冷却されることから、その耐熱、耐久性が向上する。

(実施例)

以下、本発明にかかるガスタービン燃焼器の一実施例について、第1図ないし第5図に基づいて説明する。なお、図中、上出の第6図と共通する部分には同一の符号を付した。

第1図は、前記ガスタービン燃焼器の一実施例を示す図である。

このガスタービン燃焼器において、エアダクト

通するノズル孔43とを備える。そして、このノズル孔43は各分割流路27毎に適数個ずつ等角度関係に配設されている。燃料送給管41から送給される前記燃料F₁は燃料ガス単体もしくは燃料ガスと空気との混合体であって、分割流路27とノズル孔43との数や径は、開口部13から燃焼器内に流入する空気A₂の流量、および燃料F₁の燃料圧と流量、等の基本条件によって設定されるものである。この際、ノズル孔43からの燃料F₁の貫通距離を分割流路27の半径以上とすることが望ましく、この条件は流路が分割されていてその流路径が小さいことで容易に満足させることができる。

さらに、各分割流路27へ各複数のノズル孔43を介して均等に燃料F₁を供給するべく、円管33の間には燃料ガスが流れにくい領域、いわゆるデッドスペースができる限り生じないようにすることが必要で、そのために分割流路27の配設位置を調節したり断面形状を変えるなどの対策をとることもありうる。そしてまた、開口部13

3から吐出され燃焼器の開口部13から燃焼器内に流入した空気A₂は、この開口部13の下流に設けられた分割流路構成体25に入り分割される。この分割流路構成体25は、第2図に示すように、複数、この例では7つの分割流路27と、これらの分割流路27を包容して各流路27内へ各別に燃料F₁を供給する燃料供給部(燃料供給手段)35と、分割流路27を取囲み分割流路構成体25を冷却するための冷却手段51とを一体的に備えている。

第3図および第4図を用いて更に詳述すれば、分割流路27は、分割流路構成体25の上流端および下流端の両端部にあって相互に対向して固定される隔壁29、31と、これらの隔壁29、31に掛け渡して溶接した短い円管33とによって形成してある。また上記燃料供給部35は、これら7個の円管33を取り囲む中空盤状のジャケット37の内部に形成した燃料分配室39と、ジャケット37に接合した燃料送給管41と、燃料分配室39から円管33を介して分割流路27へ連

から燃焼器内に流入する空気A₂と、ノズル孔43からの燃料とを効果的に混合させるために、これらのノズル孔43をできるだけ開口部13寄りに設けるのが好ましい。

次に、前記冷却手段51の基本構成は、エアダクト3に開設した透窓53から隔壁29、31間へ空気A₄を取り入れて分割流路構成体25を冷却したのち分割流路27へ導入するようにしたものである。すなわち、隔壁29、31の形成により、これら隔壁29、31近傍に空気のデッドスペースが形成されるが、このデッドスペースにより、隔壁31が気相燃焼部21からの放射熱を受けて加熱される。そこで、隔壁31の内側にディスク57を接合して二重構造とし、この内側に空間部としての空気分配室61を形成し、上記透窓53から取り入れた空気A₄をディスク57に形成した多数の冷却空気導入通路としての通孔65から空気分配室61へ流入させたのち、各円管33に等角度関係で開設した適数個の排出通路としてのエアノズル孔69を介して各分割流路27へ

供給することで冷却を行うようにしてある。なお、第1図においては、隔壁29の内側にディスク55を接合して空気分配室59を形成するとともに、通孔63およびエアノズル孔67を形成し、冷却手段51を隔壁29側にも設けているが、上述のように分割流路構成体25の上流に燃焼がなく、分割流路構成体25に流入するガスの温度が低い際には、隔壁29側に冷却手段51を必ずしも設ける必要はない。

上記構成のガスタービン燃焼器の動作について、次に説明する。

開口部13から燃焼器内に流入する空気 A_2 は、分割流路27内において供給されてきた新たな燃料ガス F_1 と混合されて混合ガスとなり、気相燃焼部21に送られ、スパークプラグ19により着火されて燃焼し、完全燃焼した後、タービンへ供給される。

この分割流路27の部分では、燃料 F_1 が開口部13から燃焼器内に流入する空気 A_2 と狭い領域内で混合されるため、その下流の気相燃焼部2

1に入る混合ガスの燃料濃度が均一化され部分的な高濃度箇所が形成されないことから、高温箇所がなく、 NO_x の発生をより効果的に抑制することができる。

さらに、前記分割流路構成体25における混合ガスの形成においては、空気 A_1 が円管33と接触して流路壁を外部から冷却しつつ逐次通孔63、65を経て空気分配室59、61へ流入し、ここで隔壁29、31を冷却したのちエアノズル孔67、69を介して各分割流路27内へ配分されながら流出し、これらが燃焼用空気に参画する。そしてまたエアノズル孔67から流出した空気は、分割流路27の流路壁に沿って進出しながらフィルム冷却作用を営むので、この流路壁は内部からも冷却され、分割流路構成体25の耐熱性の問題は解決される。

また、隔壁31後流において循環流26が形成される。この循環流26が分割流路構成体25下流の気相燃焼部21で保炎効果をもたらすため、燃焼の安定化が得られる。

なお、気相燃焼部21では元来希薄混合気を燃焼させるために、冷却用空気が多過ぎると燃焼性の低下を招く。そのためこの空気量は冷却のために必要な程度に抑えておくのがよく、例えば流路壁にセラミックコーティング層などの耐熱断熱層を形成しておけば冷却用空気量の抑制に役立つ。また、分割流路構成体25の隔壁31あるいは29に上記耐熱断熱層を形成するなどして、空気分配室61あるいは59を省くこともできる。

ここで、各分割流路27を形成する円管33は熱膨張を伴うが、第3図のように各流路にベローズ34を設けることにより、その熱膨張を吸収することができる。したがって、燃焼器横断面に温度分布があり各分割流路27の熱膨張に差があったとしても、分割流路構成体25は変形することではなく、ハード面からの信頼性も大となる。

なお、気相燃焼部21の殻壁17径を、その上流の分割流路構成体25での殻壁径より拡大させた膨径部(図示せず)を形成し、この膨径部でガスの流れを遅滞もしくは逆流させ、ガス流がこの

膨径部の内側に回り込み、ここに保炎部を形成することで、気相燃焼の安定向上を図ってもよい。

一方、第5図に示すように、燃料を2段に分けて供給し気相燃焼を2段階で行う2段燃焼方式のガスタービン燃焼器に対し、2段目の燃料を供給する手段として本発明にかかる分割流路構成体25を用いる構成をとってもよい。この構成において、燃料ノズル1から供給された燃料は、スパークプラグ5により着火されて燃焼し、スワラー9によって安定化がもたらされながら、さらに空気 A_1 が供給されて、分割流路構成体25に流入する。そして、この分割流路構成体25により上述の実施例と同様に均一な混合ガスが得られるため、次の気相燃焼部21へ供給されスパークプラグ19により燃焼が開始される際、局部的な高温箇所が発生しない。この構成において、分割流路構成体25に流入するガスの、燃焼による温度上昇によっては、上流側隔壁29に空気分配室59を必ず設ける必要がでてくる。

以下、本発明にかかるガスタービン燃焼器を試

作および試験し、得られた結果について述べる。

第1図に示すような構造のガスタービン燃焼器を製作し、燃焼特性を調べた。この燃焼器の径は300mm、分割流路27の各流路径は81mm、分割流路の数は7つとした。分割流路27の冷却構造は、隔壁29、31の内側に空気分配室59、61を設けた二重構造とし、各流路の熱膨張吸引のためにペローズ34を設けた。そして、分割流路部に流入する冷却空気量としては、分割流路構成体25入口に供給される空気量の2%になるようにエアノズル孔67、69の開口面積を設定した。

そして、燃焼器に流入する空気の温度は350℃とし、燃料供給部35から供給される天然ガス(F_1)と分割流路構成体25に流入する空気(A_4)とが、表1に示す容積比(F_1/A_4)で混合された混合ガスを燃焼させた場合の、燃焼による排出ガス中の NO_x 発生量(ppm)を測定した。ここで、燃料供給部35に流入するガスの流速は、500℃換算にして20m/sとし、試

験は大気圧で行った。なお、気相燃焼の着火はスパークプラグにより行った。

表1

	F_1 / A_4	NO_x (ppm)
実施例 a	0.045	7.6
実施例 b	0.050	8.2

燃焼効率は実施例 a, bとも99%以上であった。

比較例として、本発明にかかる分割流路構成体25を設けない従来のスワラタイプの燃焼器を用い、拡散燃焼を行った場合、上記の F_1/A_4 の燃料濃度では、燃焼が不十分であった。また、この従来のタイプの燃焼器により燃料濃度を高めて燃焼させた後、希釈空気で燃焼器出口温度を合わせるとすると(総燃料と総空気量は同じ。したがって、燃焼器上流に流入する空気量は少なくなる)、 NO_x は60ppm以上となった。

前記実施例 a, bによる分割流路構成体25のメタル温度は、700℃以下であった。なお、比較のため、冷却手段51を設けていない分割流路構成体を用いて燃焼試験を行ったところ、排出ガ

スの特性は上記実施例 a, bと大差なかったが、分割流路のメタル温度は800℃以上の高温になることもあった。また、分割流路構成体25での圧力損失は1%以下であった。

一方、第5図に示すような2段燃焼方式ガスタービン燃焼器を製作し、燃焼特性を調べた。この燃焼器の径は300mm、2段目の燃料供給部には、上記実施例 a, bに用いた分割流路構成体25を使用した。

そして、燃焼器に流入する空気の温度は350℃とし、一段目のスワラタイプの拡散燃焼で、本発明の燃料供給手段35へのガス温度を500℃に高め、燃料供給部35から供給される天然ガス(F_2)と空気(A_4)とが、表2に示す容積比(F_2/A_4)で混合された混合ガスを燃焼させた場合の、生成 NO_x 発生量(ppm)を測定した。なお、流速は、上記実施例 a, bと同様20m/sとし、着火に際しては、スパークプラグを用いた。

表2

	F_2 / A_4	NO_x (ppm)
実施例 c	0.040	8.5
実施例 d	0.045	10.2

比較例として、本発明にかかる分割流路構成体25を設けない燃焼器で2段燃焼を行った場合、上記の F_2/A_4 の燃料濃度では、燃焼が不十分であった。また、この従来のタイプの燃焼器により従来の2段燃焼を行った後、希釈空気で燃焼器出口温度を合わせるとすると(総燃料と総空気量は同じ。したがって、燃焼器上流に流入する空気量は少なくなる)、 NO_x は30ppm程度であった。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、分割流路を形成し、各分割流路を構成する分割流路構成体に燃料の供給手段を設けているため、上流からの空気と分割流路に供給される燃料とを狭い領域内で混合させることから燃料濃度分布を各部分で均一化することができる。また、各分割流路出口の後流域

では、循環流が形成されて保炎効果をもたらすため、安定した燃焼が行われる。したがって、 NO_x の発生量を効果的に抑制することができる。さらに、分割流路構成体の上流側及び下流側の何れか一方の端部に空間部を形成してここに冷却空気を導入した後、分割流路側に流出させるようにしたため、分割流路構成体の高温化が防止され、ハード面での信頼性も大となる。

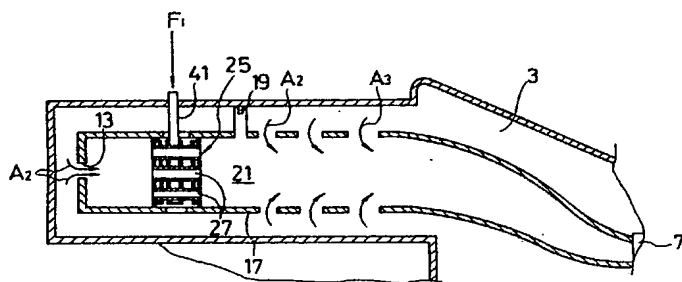
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る燃焼器の側断面説明図、第2図は第1図の分割流路構成体の斜視図、第3図は第2図の側断面説明図、第4図は第3図のA-A矢視断面図、第5図は別の実施例に係る分割流路構成体の側断面説明図、第6図は従来例に係る燃焼器の側断面説明図、第7図は第6図に示した燃焼器で燃焼を行わせた際の燃焼器内の流体の流れ方向に沿った温度分布図である。

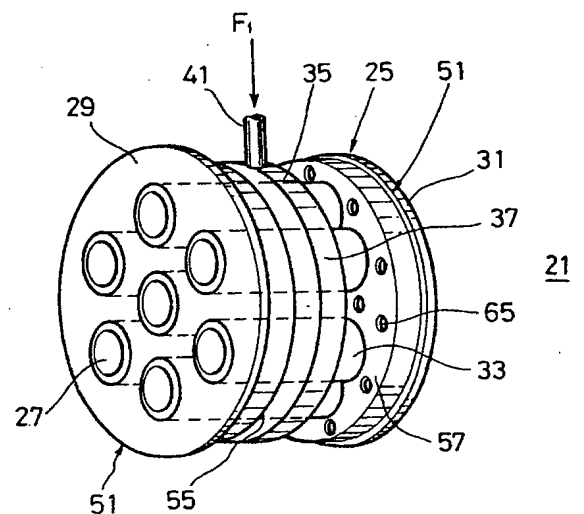
- | | |
|----------|------------|
| 21…気相燃焼部 | 25…分割流路構成体 |
| 26…循環流 | 27…分割流路 |
| 35…燃料供給部 | 51…冷却手段 |

- | |
|---------------------|
| 59, 61…空気分配室(空間部) |
| 63, 65…通孔(冷却空気導入通路) |
| 67, 69…エアノズル孔(排出通路) |

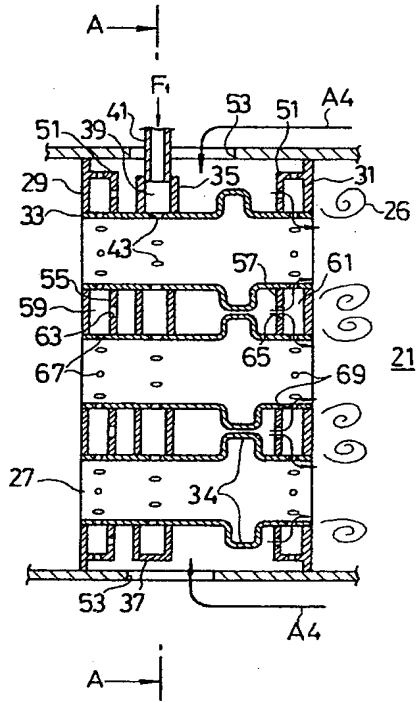
代理人弁理士 三好 秀和



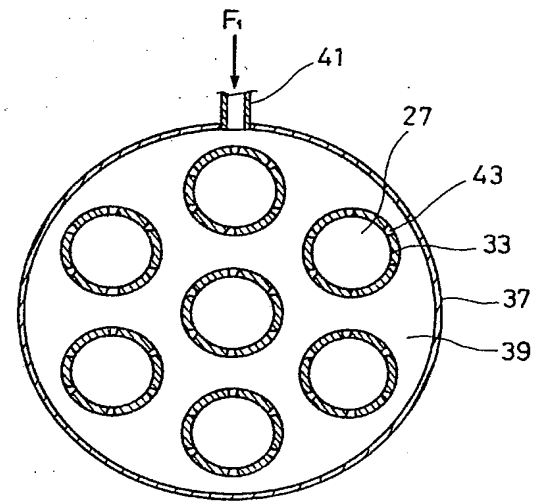
第1図



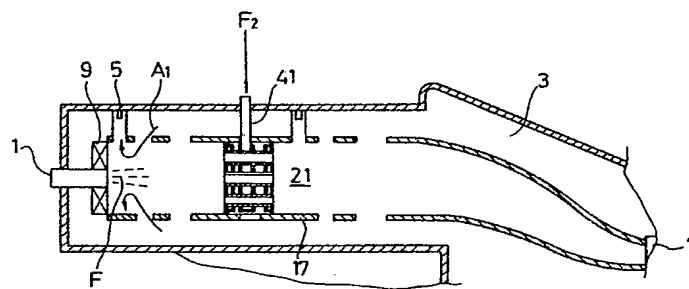
第2図



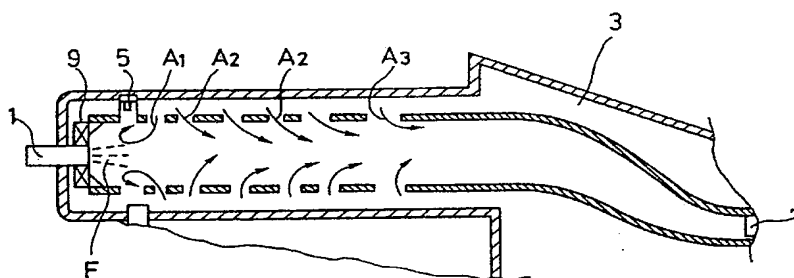
第 3 図



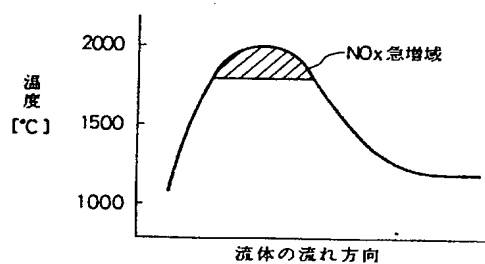
第 4 図



第 5 図



第 6 図



第 7 図

第 1 頁の続き

②発 明 者	原	之	義	東京都調布市西つつじヶ丘 2-4-1	東京電力株式会社 技術研究所内
②発 明 者	土 屋	利	明	東京都調布市西つつじヶ丘 2-4-1	東京電力株式会社 技術研究所内

GAS-TURBINE COMBUSTOR

Publication number: JP4136620 (A)

Publication date: 1992-05-11

Inventor(s): YAMANAKA CHIKAU; FURUYA TOMIAKI; HAYATA TERUNOBU; HARA YUKIYOSHI; TSUCHIYA TOSHIKI

Applicant(s): TOSHIBA CORP; TOKYO ELECTRIC POWER CO

Classification:

- **international:** *F23R3/04; F23R3/34; F23R3/04; F23R3/34; (IPC1-7): F23R3/04; F23R3/34*

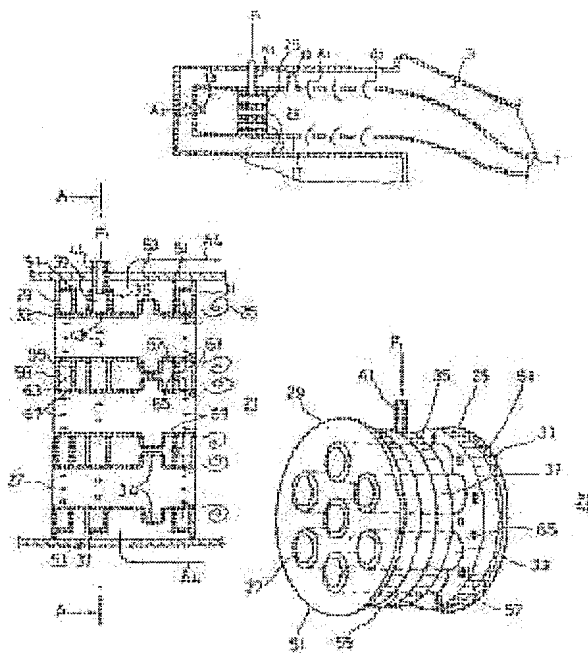
- **European:**

Application number: JP19900257312 19900928

Priority number(s): JP19900257312 19900928

Abstract of JP 4136620 (A)

PURPOSE: To restrain the occurrence of NO_x by a method wherein a flow channel is split and, by providing a channel-splitting structure forming the split channels with a means of feeding fuel, air flowing from the upstream part and fuel supplied to the split channels are mixed in a narrow region so as to even out the distribution in the fuel concentration. **CONSTITUTION:** Air A2 flowing into a combustor through an opening 13 and fuel gas F1 supplied to split flow channels 27 are mixed at the split flow channels 27 to form a fuel-gas mixture, which then is sent to a vapor phase combustion part 21 where it undergoes combustion by ignition by a spark plug 19; after complete combustion the hot gas is supplied to a turbine. At the split flow channels 27 fuel F1 is mixed with air A2 in a narrow region so that the fuel-gas mixture produced is evened out in fuel concentration. Since the fuel-gas mixture is free of localized increase in the fuel concentration, no portion of it produces specially high temperature and therefore the generation of NO_x is restrained. At a channel-splitting structure 25, air A4 cools the walls of the flow channels from outside as it comes in contact with their tubes 33; flows into air-distributing chambers 59, 61 through holes 63, 65; cools bulkheads 29, 31; separates into respective split flow channels 27 through air nozzles 67, 69; and mixes into combustion air.



Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide